生　　物

（2科目 140分 ／ 生物目安 70分・配点 100点）

【注意事項】 1. 解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。　2. 論述問題は指定された字数以内で簡潔に記述せよ。　3. 計算問題で有効数字の指定がある場合はそれに従うこと。なお、解答および詳細解説はTMPS解説ページの「そっくり類題セット」欄で確認できる。

1　次の文章を読み、以下の質問に答えなさい。（配点 25点）

真核生物の体細胞分裂における細胞周期は、間期と分裂期（M期）から構成される。間期はG1期［DNA合成準備期］、［ア］期［DNA合成期］、G2期［分裂準備期］の3つの時期に分けられる。動物細胞のM期前期では核膜と核小体が消失し、複製された2個の［イ］が両極へ移動して紡錘糸を伸ばし、染色体の［ウ］に結合する。

一方、有性生殖を行う生物の配偶子形成過程では減数分裂が起こる。第一分裂前期には相同染色体が対合して二価染色体を形成し、染色体の交差部位である［エ］が観察される。染色体数が $2n = 10$ の生物の場合、これらの染色体で乗換えが起こらないと仮定すると、第二分裂後に生じる配偶子における染色体の組み合わせは理論上［オ］通りとなる。

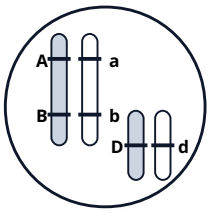


図1：F_1の染色体配置

ある2倍体植物の遺伝子型 AABBDD の個体と aabbdd の個体を親として交配し、F_1（AaBbDd）を得た。遺伝子 A, B, D はそれぞれ遺伝子 a, b, d に対して顕性（優性）である。右の図1は F_1 の2組の相同染色体と遺伝子の関係を模式的に示したものである。

問1 文中の［ア］～［オ］に適切な語句または数値を入れなさい。

問2 ヒトの卵巣において、減数分裂の第一分裂前期における相同染色体の対合が完了し、排卵されるまで分裂を途中停止している細胞はどれか。次の①～④から1つ選びなさい。

① 卵原細胞　　② 一次卵母細胞　　③ 二次卵母細胞　　④ 極体

問3 図1の F_1 について下記の(1)～(3)に答えなさい。

(1) F_1 と aabbdd の個体との交配で得られた子について、表現型の分離比 [AD] : [Ad] : [aD] : [ad] を最も簡単な整数比で答えなさい。

(2) F_1 と aabbdd の個体との交配で得られた子について、遺伝子 A(a) と遺伝子 B(b) の組換え価が 20% であった。この検定交雑における表現型の分離比 [AB] : [Ab] : [aB] : [ab] を最も簡単な整数比で答えなさい。

(3) (2)のとき、F_1 どうしを交配して得られる子（F_2）の表現型の分離比 [AB] : [Ab] : [aB] : [ab] を計算しなさい。

2　次の文章を読み、以下の質問に答えなさい。（配点 25点）

(I) 病原体が体内に侵入すると、まず自然免疫が働く。好中球やマクロファージ、およびリンパ節へ移動してT細胞に抗原提示を行う［1］などの食細胞は、病原体を食作用によって取り込み分解する。また、ウイルス感染細胞やがん細胞を非特異的に攻撃する［2］細胞が働く。一方、獲得免疫では、抗原提示を受けたヘルパーT細胞や、感染細胞を特異的に直接攻撃して排除する［3］細胞が活性化する。

(II) 正常な免疫系を持つ純系マウス系統P・系統Q、および生まれつき胸腺を欠く免疫不全の系統Pのヌードマウスを用いて、以下の皮膚移植実験を行なった。同系統間の移植では拒絶反応は起こらない。

・実験1：正常な系統P に 系統Qの皮膚移植を行なったところ、11日で脱落した。
・実験2：実験1で皮膚が脱落した後の系統P に、再び系統Qの皮膚移植を行なったところ、5日で急速に脱落した。
・実験3：系統Pのヌードマウス に 系統Qの皮膚移植を行なったところ、90日以上生着した。
・実験4：系統Pのヌードマウス　に、あらかじめ正常な系統Pから採取したリンパ球Xを移入したうえで系統Qの皮膚移植を行なったところ、約11日で脱落した。

(III) 抗体分子の多様性は遺伝子の再構成によって生じる。ある哺乳類のH鎖遺伝子にはV領域が40個、D領域が20個、J領域が5個、L鎖遺伝子にはV領域が30個、J領域が4個存在し、それぞれから1つずつ選ばれて連結されるものとする。

問1 文中の［1］～［3］に入る適切な細胞名を答えなさい。

問2 実験2において、実験1よりも短期間で移植皮膚が脱落した理由を、関与する細胞の名称を用いて35字以内で説明しなさい。

問3 実験4で移入したリンパ球Xとして最も適切なものを答えなさい。

問4 (III)において、再構成に伴う塩基の挿入・欠失や突然変異を考慮しないとき、理論上生じ得る抗体分子の種類を求め、有効数字2桁の指数表記（例：1.2×10^{4}）で答えなさい。

3 次の文章を読み、以下の質問に答えなさい。（配点 25点）

(I) 細胞膜はリン脂質二重層に多様な膜タンパク質が埋め込まれた構造をしており、膜タンパク質には受動輸送に関わるチャネルや担体（キャリアー）、ATPの加水分解エネルギーを利用して能動輸送を行うポンプなどがある。例えばナトリウムポンプ（Na^+/K^+-ATPアーゼ）は、細胞内から［ア］を排出し、細胞外から［イ］を取り込む能動輸送を行なっている。

ヒト赤血球を37℃のグルコースを含むリンガー液（生理的塩類溶液）に懸濁し、以下の実験A・実験Bを行なった。

・実験A：ミトコンドリアの電子伝達系（好気呼吸）を阻害するシアン化カリウム（KCN）を添加して培養した。

・実験B：ナトリウムポンプの働きを特異的に阻害するウアバインを添加して培養した。

(II) 植物の組織片を様々な濃度のスクロース水溶液に浸して十分に時間が経過した後、細胞の体積および原形質分離の様子を観察した。植物細胞を純水に浸して十分に吸水させると、細胞の浸透圧 P と膨圧 T が釣り合ってそれ以上体積が増加しなくなる。一方、高張のスクロース水溶液に浸すと原形質分離が起こり、細胞壁と細胞膜の間にすき間が生じる。

問1 文中の［ア］・［イ］に当てはまるイオンを化学式（Na^+ または K^+）で答えなさい。

問2 (I)の実験Aと実験Bのうち、赤血球内から K^+ が流出し赤血球内へ Na^+ が流入する現象が見られるのはどちらか答えなさい。また、もう一方の実験でイオン濃度の変化が見られない理由を45字以内で説明しなさい。

問3 ヒト赤血球を極端な低張液（純水など）に浸すと、細胞内に水が急激に流入して細胞膜が破れ、内部のヘモグロビンが流出する。この現象を何というか答えなさい。

問4 (II)において、純水に浸して十分に吸水し体積が最大に達した植物細胞の吸水力 S の値を答えなさい。また、細胞の浸透圧 P、膨圧 T、吸水力 S の間に成り立つ関係式を答えなさい。

問5 原形質分離がまさに始まろうとする限界の状態（限界原形質分離）にある細胞では、膨圧 T の値はいくらになっているか答えなさい。

---

4 次の文章を読み、以下の質問に答えなさい。（配点 25点）

被子植物の若いおしべのやく内では、花粉母細胞が減数分裂を行なって4個の花粉四分子となり、それぞれの核が1回の体細胞分裂を行なって1個の［ア］細胞と1個の［イ］細胞をもつ花粉となる。受粉後、花粉から伸びた花粉管の中を移動中に［イ］細胞が分裂して2個の精細胞となる。花粉管は胚珠の珠孔側にある2個の助細胞から分泌される［ウ］と呼ばれる種特異的なタンパク質に誘引されて胚のうへ到達し、助細胞1個を破壊して2個の精細胞を放出する。1個の精細胞は卵細胞と合体して受精卵（核相　［エ］）となり、もう1個の精細胞は2個の極核をもつ中央細胞と合体して胚乳細胞（核相［オ］）となる。これを重複受精という。

被子植物Zの変異体Nでは、ヘテロ接合体から得られる花粉の **60%** において、花粉管内の2個の精細胞のうち1個が異常な精細胞であった。異常な精細胞を含む花粉管が胚のうに進入して内容物を放出しても重複受精は成立しない。被子植物Zの野生型株では、1本目の花粉管が正常であればその1本で重複受精が成立して2本目の花粉管は進入しないが、1本目の花粉管が異常で重複受精が成立しなかった場合には、残ったもう1個の助細胞が2本目の花粉管を必ず誘引する。そして2本目に進入した花粉管が正常であれば重複受精が成立し、2本目も異常であれば重複受精は成立しない（3本目の花粉管は進入しないものとする）。

問1 文中の［ア］～［ウ］に適切な語句を、［エ］・［オ］に核相（「○n」の形式）を入れなさい。

問2 被子植物Zの野生型株の柱頭に変異体Nのヘテロ接合体から得た花粉を十分量受粉したとき、重複受精が成立する胚のうの割合は何%か答えなさい。

問3 問2において、重複受精が成立した胚のうのうち、進入した花粉管が **2本** である割合を既約分数で答えなさい。

問4 もし別の変異体Lのヘテロ接合体から得た花粉を野生型株の柱頭に十分量受粉したところ、全体の **84%** の胚のうで重複受精が成立した。この変異体Lのヘテロ接合体から得られる花粉のうち、異常な花粉の割合は何%か答えなさい。

✍️ **演習用 解答記入欄（本番と同じ70分で記入し、Webページの「そっくり類題の解答・解説」で答え合わせしましょう）**

第1問（25点）	問1 ア:[　　] イ:[　　] ウ:[　　] エ:[　　] オ:[　　]通り ／ 問2:[　] ／ 問3(1):[　:　:　:　] (2):[　:　:　:　] (3):[　:　:　:　]
第2問（25点）	問1 1:[　　] 2:[　　] 3:[　　] ／ 問2:[　　](35字以内) ／ 問3:[　　] ／ 問4:[　　]
第3問（25点）	問1 ア:[　　] イ:[　　] ／ 問2 記号:[　　] 理由:[　　](45字以内) ／ 問3:[　　] ／ 問4 S=[　], 式:[　　] ／ 問5 T=[　]
第4問（25点）	問1 ア:[　　] イ:[　　] ウ:[　　] エ:[　　] オ:[　　] ／ 問2:[　　]% ／ 問3:[　　] ／ 問4:[　　]%